

AVALIAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DE SENSORES HALL PARA A MEDIDA DE CAMPO MAGNÉTICO EM MÁQUINAS DE INDUÇÃO

**IRINEU ALFREDO RONCONI JUNIOR - MESTRE EM ENGENHARIA (UFRGS)
ORIENTADOR: RENATO MACHADO DE BRITO - DOUTOR EM ENGENHARIA (UFRGS)**

RESUMO DE DISSERTAÇÃO APRESENTADA PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE

1. Introdução:

O presente trabalho pretendeu caracterizar, eletricamente, uma máquina de indução monofásica. Para tanto é utilizado um sensor Hall, que deverá sentir as variações de carga, velocidade e de tensão de armadura, provocadas de maneira proposital, externamente, na máquina.

Para o desenvolvimento do trabalho foram utilizados sensores hall de duas empresas distintas (Siemens e RS), dando resultados muito próximos.

Os motores de indução monofásicos são da marca WEG. Um de $\frac{1}{4}$ de HP e 3400rpm e outro de $\frac{1}{2}$ de HP de 1340rpm.

No interior destes motores, no material magnético do estator, foram feitos pequenos rasgos em forma retangular nos quais foram colocados os sensores.

Os sensores foram energizados com uma fonte de corrente constante construída no próprio laboratório. O conjunto máquina/sensores foram colocados em uma bancada de ensaios de máquinas elétricas, existente no Laboratório de Máquinas Elétricas da Universidade do Vale do Rio dos Sinos-UNISINOS.

Os sinais dos sensores foram analisados, inicialmente através do uso de um osciloscópio digital. Estes sinais foram observados de duas formas diferentes: uma diretamente da saída de tensão do sensor Hall e outra após a passagem por filtros ativos.

Os sinais originários dos sensores foram, posteriormente capturados e armazenados em um microcomputador, para tanto utilizou-se o osciloscópio tektronix TDS 210 e software adequado. A comunicação dos dados ao micro foi feita através de uma porta serial, de maneira bem simples e didática.

Verifica-se, que os sinais captados pelo sensor são proporcionais às perturbações impostas externamente à máquina. Outras características, importantes do ponto de vista didático e teórico, são possíveis de serem analisadas.

Sentiu-se uma grande dificuldade com a bibliografia relacionada ao assunto, pois a mesma é extremamente escassa quando se busca uma análise magnética, pois as

máquinas elétricas normalmente são tratadas sob o ponto de vista elétrico e não o ponto de vista magnético, como se pretende abordar neste trabalho.

Neste trabalho, de natureza experimental, uma máquina de indução monofásica é examinada utilizando-se sensores hall. Não se tem notícia do uso de tais sensores para análise de tais máquinas até o presente momento. Nem o fabricante dos sensores sugere o uso para tal fim, e nem o fabricante dos motores.

Com relação aos fabricantes dos motores, podemos afirmar que os mesmos não fazem nenhuma medição direta do campo ou fluxo magnético nos mesmos. O que é feito é uma simulação computacional em função dos modelos elétricos dos mesmos, baseado principalmente no conceito de “força magnetomotriz”.

Poder-se-ia pensar no uso de microbobinas para tal estudo, porém o uso de sensores Hall tem uma significativa vantagem sobre microbobinas, que é a possibilidade de gerar sinal mesmo que não exista variação no fluxo magnético. Aliado a este fato, tem se tornado cada vez mais reduzido o seu tamanho físico, o que possibilita a sua colocação no interior de máquinas elétricas sem a necessidade de alterações significativas nas mesmas. Os sensores utilizados suportam temperaturas superiores às do isolamento das máquinas. Considere-se ainda que a cada dia que passa seu custo é menor (os sensores utilizados têm custo em torno de U\$7.00).

O trabalho desenvolvido estudou a possibilidade da realização de experimentos didáticos, com sensores Hall, como por exemplo a visualização da variação do fluxo magnético entre a armadura e o rotor de uma máquina gaiola de esquilo, quando esta é submetida a um ensaio de carga.

Também pode-se supor, face aos resultados encontrados, que tais sensores podem ser utilizados nestes e em outros tipos de máquinas elétricas, para controle de velocidade e torque com vantagens em relação a outros sensores.

2. Descrição do arranjo experimental:

Na carcaça do motor foram introduzidos os sensores, conforme mostra a foto a seguir (figura 1).

Toda uma instrumentação foi necessária para captar os sinais dos sensores, bem como para tratá-los para o devido uso (figura 2).

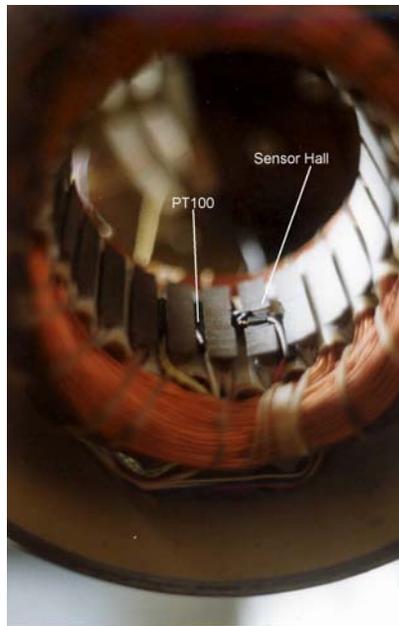


Figura 1- Carça com os sensores Hall e PT100

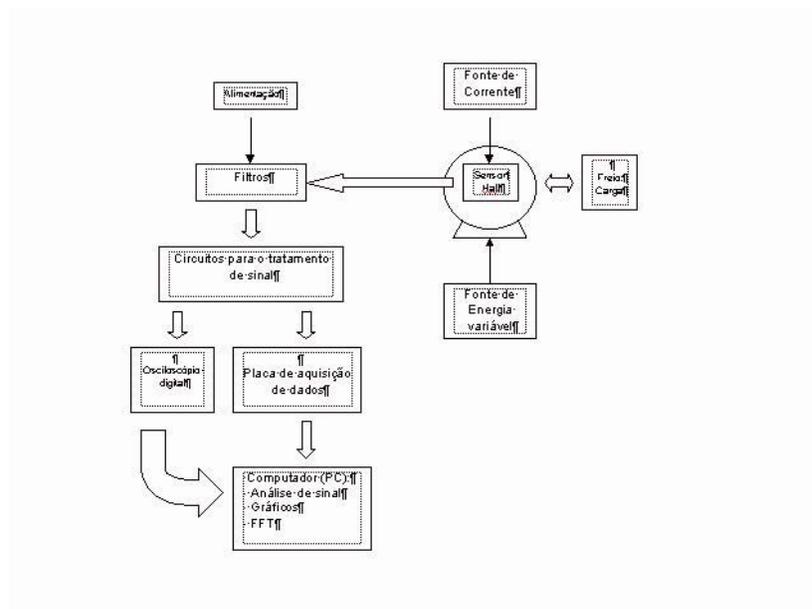


Figura 2- diagrama de blocos da instrumentação

3. Principais conclusões:

1- Foi possível demonstrar que o comportamento de um motor de indução monofásico, analisado sob o ponto de vista do fluxo magnético no entre-ferro, apresenta características muito interessantes, ainda não exploradas na literatura técnica.

2- Um sensor Hall instalado no estator Principais conclusões:

de um motor de indução monofásico é sensível às variações da tensão de armadura, ao torque aplicado ao eixo e a sua rotação.

3- A explicação do funcionamento de um motor de indução monofásico, a partir de um modelo magnético, foi coerente com os dados levantados na prática, comprovando que o fluxo no entre-ferro varia com o torque aplicado. Tal característica permite que se vislumbre o uso destes sensores para realimentar sistemas de controle de torques e velocidade aplicados a máquinas de indução.

4- O uso do sensor Hall, na forma apresentada neste trabalho, demonstrou utilidade para fins didáticos.

Os resultados encontrados podem ser resumidos através do seguinte gráfico:

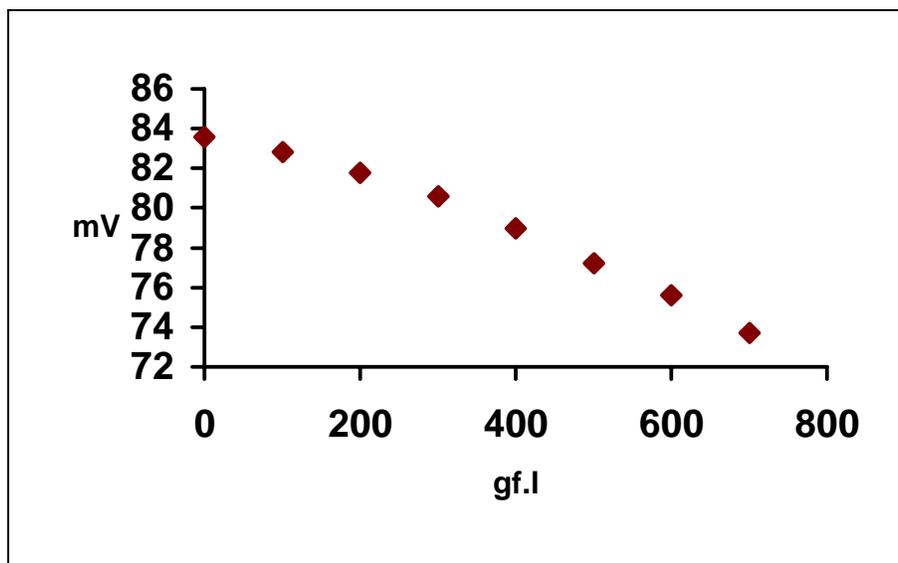


Fig.3- Tensão Hall x torque

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- [1] ARNOLD, Robert e STEHR, Wilhelm. Máquinas Elétricas. E.P.U. 1976. São Paulo.
- [2] BARBI, Ivo. Teoria Fundamental do Motor de Indução. Editora da UFSC. 1985. Série Didática. Florianópolis.
- [3] DOEBELIN, Ernest O. Measurement System - Application And Design. McGraw-Hill. International Editions. 1990. Singapore.
- [4] FITZGERALD, A.E. ,KINGSLEY, Charles Jr. e KUSKO, Alexander. Máquinas Elétricas. Makron Books. 1975. Rio de Janeiro.
- [5] GALLE, Leoci Rudi. Desenvolvimento de Um InductosynTM de Secção Circular. Dissertação de Mestrado. PPGEMM. UFRGS.1997. Porto Alegre.
- [6] HEKFRICK, Alberto D., COOPER, William D. Instrumentação Eletrônica e Técnicas de Medição. Prentice Hall do Brasil. 1994. Rio de Janeiro.
- [7] HOLLIDAY, David, RESNICK, Robert. Física II. Vol 1. Livros Técnicos e Científicos. 1977. Rio de Janeiro.
- [8] JUNG, Walter G. IC OP-AMP Cookbook. Third Edition. SAMS. 1994. USA.
- [9] KITTEL, C., Introdução À Física do Estado Sólido. Editora Guanabara Dois. 1978. Rio de Janeiro.
- [10] KOSOW, Irving L., Máquinas Elétricas e Transformadores. Editora Globo. 1979. Porto Alegre.
- [11] MOLINA, Johnie. and STITT, Mark. Filter Design Program For The UAF2 Universal Ative Filter.Applicattion Bulletin (AB035C). Burr-Brown. 1991. USA.
- [12] NATIONAL SEMICONDUCTORS, National Operational Amplifiers Databook. 1995. USA.
- [13] PERTENCE, Antonio Jr. Amplificadores Operacionais e Filtros Ativos. Makron Books. 5ª Edição. 1996. São Paulo.
- [14] RS, 1998 Catalogue. RS Group of Companies. 1998. United Kingdon.
- [15] RS, The RS Catalogue on CD-ROM. RS International Division. Corby. 1995. England.
- [16] SEN, Paresh Chandra. Principles of Electric Machines and Power Electronics. John Wiley & Sons, Inc. 1986. Canada.
- [17] SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT. Magnetic Sensors. Data Book 07.96. Published by Semiconductor Group. Germany.
- [18] TAYLOR, H. Rosemary. Data Aquisition For Sensor Systems. Chapman & Hall.1997. Suffolk. Great Britain.

- [19] TEXAS INSTRUMENTS, Linear Circuits- Operational Amplifiers. Databook Vol 1. 1992. USA.
- [20] TORO, Vicent Del. Fundamentos de Máquinas Eléctricas. Prentice-Hall do Brasil. 1994. Rio de Janeiro.
- [21] TRUMP, Bruce and STITT, Mark. MFB, Low-Pass Filter Design Program. Application Bulletin (AB034B). Burr-Brown. 1991. USA